

AN

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-134608

(43)Date of publication of application : 17.06.1987

(51)Int.Cl. G02B 6/16
G02B 6/44

(21)Application number : 60-275063

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 09.12.1985

(72)Inventor : SUETSUGU YOSHIYUKI

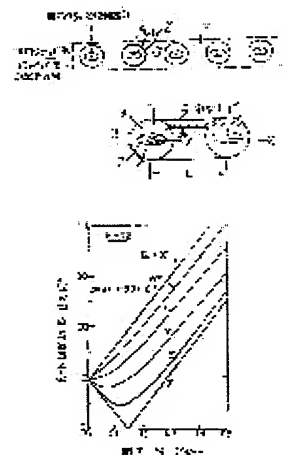
(54) POLARIZATION PLANE MAINTAINING OPTICAL FIBER TAPE CORE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a polarization plane maintaining optical fiber tape core whose transmission characteristic is not degraded even if a side pressure is applied, by keeping an angle between the minor axis of the ellipse of an elliptic clad type polarization plane maintaining optical fiber and planes, which are arranged in parallel at prescribed intervals in the lengthwise direction, in the range from 45° W 90° .

CONSTITUTION: X and Y axes are taken in directions of major and minor axes of an elliptic clad respectively, and the x axis of a local coordinate system (x), (y) is inclined at an angle θF to the X axis, and an external force F is applied for an overall length L in the x-axis direction. In the figure, a core, the elliptic class, and a clad are indicated by 1, 2, and 3 respectively. A mode double refractive index B is varied in accordance with a principal stress difference $\Delta\sigma E$ peculiar to the optical fiber and a principal stress difference $\Delta\sigma F$ due to the external force F, and especially, the value B is minimum

when the application direction of the external force, namely, the angle θF is in the range from 0° W 30° . If the angle θF is selected to be in the range from 45° W 90° , said difference $\Delta\sigma E$ of each elliptic clad optical fiber is not cancelled by said difference $\Delta\sigma F$ even if a side pressure F/L is applied, and degradation in transmission characteristic such as reduction of the mode double refractive index and increase of mode coupling is eliminated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-134608

⑮ Int.Cl.⁴

G 02 B 6/16
6/44

識別記号

庁内整理番号

A-7370-2H
D-7370-2H
S-7036-2H

⑬ 公開 昭和62年(1987)6月17日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 偏波面保存光ファイバテーパー心線

⑰ 特 願 昭60-275063

⑱ 出 願 昭60(1985)12月9日

⑲ 発 明 者 末 次 義 行 横浜市戸塚区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

⑳ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪市東区北浜5丁目15番地

㉑ 代 理 人 弁理士 内 田 明 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

偏波面保存光ファイバテーパー心線

2. 特許請求の範囲

所定間隔離して長手方向に並行するように平面状に並べた複数本の楕円クラッド形偏波面保存光ファイバを、樹脂により被覆した偏波面保存光ファイバテーパー心線において、上記楕円クラッド形偏波面保存光ファイバ複数本の各楕円クラッドの短軸と、前記所定間隔離して長手方向に並行するように平面状に並べた平面とのなす角が常に45度と90度の範囲にあることを特徴とする偏波面保存光ファイバテーパー心線。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は偏波面保存光ファイバを使用した光ファイバテーパー心線に関するものである。

〔従来技術〕

偏波面保存光ファイバは、長距離に亘り、入射光の直線偏光状態を安定に保持することが可

能なため、コヒーレント光通信方式への応用等、

幅広い研究・開発が精力的に進められている。

その一つとして偏波面保存光ファイバを用いた光ファイバテーパー心線化の検討が数多くなされている。第4図は従来技術による偏波面保存光ファイバテーパー心線の1例の断面図であつて、1は楕円クラッド形偏波面保存光ファイバ(以下楕円クラッド光ファイバと略す)のコア、2は楕円クラッド光ファイバの楕円クラッド、3は楕円クラッド光ファイバのクラッド、4は楕円クラッド光ファイバの被覆樹脂、5は5本の楕円クラッド光ファイバを長手方向に並行するように平面状に並べたものを被覆した被覆樹脂である。

〔発明が解決しようとする問題点〕

偏波面保存光ファイバを光ファイバテーパー心線化することにより、偏波面保存光ファイバの高密度化がはかられるという利点があるが、一方では日本の楕円クラッド形光ファイバより成る偏波面保存光ファイバテーパー心線に側圧が加

えられると、モード複屈折率が弱められモード結合が大きくなる楕円クラッド光ファイバが、コ本中1本以上存在する場合は、存在しない場合に比べて圧倒的に多くなることが、統計的に確認されており、偏波面保存光ファイバケーブルの實用化を妨げる大きな要因となつてゐる。

本発明は、側圧が加えられてもモード複屈折率が弱められず、モード結合も大きくなりえないような楕円クラッド光ファイバを用いた偏波面保存光ファイバケーブル心線を提供せんとするものである。

[問題点を解決するための手段]

本発明は、所定間隔離して長手方向に並行するように平面状に並べた複数本の楕円クラッド形偏波面保存光ファイバを、樹脂により被覆した偏波面保存光ファイバケーブル心線において、上記楕円クラッド形偏波面保存光ファイバ複数本の各楕円クラッドの短軸と、前記所定間隔離して長手方向に並行するように平面状に並べた平面とのなす角が常に45度と90度の範囲に

あることを特徴とする偏波面保存光ファイバケーブル心線である。

[作用]

第4図は側圧 F/L が加わつた楕円クラッド光ファイバの座標系を示すもので、 $X-Y$ 軸は楕円クラッド光ファイバの基準座標系で、 X 軸及び Y 軸はそれぞれ楕円クラッドの長軸及び短軸であつて、外力 F を加える方向は、局所座標系 $x-y$ 軸の x 軸とする。局所座標系 (x, y) の傾きは、 X 軸からの回転角 θ_F で表わす。ここで、 L は外力 F が加わつた光ファイバ長である。また1はコア、2は楕円クラッド、3はクラッドである。

さて、楕円クラッド光ファイバのモード複屈折率 B は、楕円クラッド光ファイバ固有の主応力差 $\Delta\sigma_B$ 及び外力 F に起因して発生する主応力差 $\Delta\sigma_F$ によつて下記(1)式のように表わすことができる。

$$B = C_p (\Delta\sigma_B^2 + \Delta\sigma_F^2 - 2\Delta\sigma_B \cdot \Delta\sigma_F \cdot \cos 2\theta_F)^{1/2} \quad \dots (1)$$

ただし、 C_p は相対光弾性定数である。

また、 $\Delta\sigma_B$ 及び $\Delta\sigma_F$ はそれぞれ下記(2)式及び(3)式によつて近似的に表わすことができる。

$$\Delta\sigma_B \cong \epsilon \frac{B}{1-\mu} \Delta\alpha \Delta T \quad (\epsilon \leq 0.5) \quad \dots (2)$$

$$\Delta\sigma_F \cong -\frac{BF}{\pi D} \quad \dots (3)$$

ここで、 ϵ は楕円クラッドの楕円率、 B 及び μ は楕円クラッド光ファイバの各層で同一と仮定したヤング率及びポアソン比、 $\Delta\alpha$ はシリカガラスと楕円クラッドの熱膨張率差、 ΔT ($\equiv T - T_0$)は応力状態(空欄)及び無応力状態(固化温度)における温度変化、 D は楕円クラッド光ファイバの外径を表わす。

第5図に、(1)式により正規化複屈折率 B を数値計算した結果を示す。なお数値計算の際用いたパラメータは、 $B = 7750 \text{ Kg/mm}^2$ 、 $\mu = 0.164$ 、 $D = 125 \mu\text{m}$ 、 $C_p = 3.44 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{Kg}$ 、 $\Delta\alpha \cdot \Delta T = 1.50 \times 10^{-4}$ である。

第5図より外力印加方向が0度 $\leq \theta_F \leq 50$ 度の場合にはモード複屈折率が最小値かつ極小値

を有することがわかる。特に $\theta_F = 0$ 度、つまり外力印加方向が長軸方向、の場合には楕円クラッド光ファイバの固有応力差が外力 F によつて生じる応力差によつて完全に打ち消され、モード複屈折率 B がゼロになる場合がある。

上記の知見により、本発明の偏波面保存光ファイバケーブル心線は、楕円クラッド形偏波面保存ファイバを所定間隔離して長手方向に並行するように平面上に並べた該平面と、偏波面保存光ファイバケーブル心線に含まれる各楕円クラッド形光ファイバの楕円クラッドの短軸とのなす角 θ_F が45度 $\leq \theta_F \leq 90$ 度の範囲とするため、側圧が印加されても各楕円クラッド光ファイバの固有応力差が、外力 F によつて生じる応力差によつて打ち消されることはないため、モード複屈折率 B が弱められ、モード結合が大きくなる等、偏波面保存光ファイバとしての特性が劣化することはない。

[実施例]

第1図に本発明による楕円クラッド形光ファ

ファイバを用いた5心偏波面保存光ファイバテーブ心線の断面図の1例を示す。1は楕円クラッド形光ファイバのコア、2は楕円クラッド形光ファイバの楕円クラッド、3は楕円クラッド形光ファイバのクラッドであり、楕円クラッドの楕円率は0.3%、ファイバ外径は125 μ mであつた。また4はヤング率5kg/mm²の紫外線硬化樹脂によるファイバ被覆樹脂であり、被覆外径は300 μ m、5はヤング率40kg/mm²の紫外線硬化樹脂による被覆樹脂であり、被覆後のテーブ幅は1.5mm、テーブ厚は0.45mmであつた。第2図に本発明の楕円クラッド形光ファイバを用いた5心偏波面保存光ファイバテーブ心線を製造する方法の概略を示す。楕円クラッド形光ファイバ母材6を紡糸炉8で線引し、ファイバ用加圧ダイス9により被覆した紫外線硬化樹脂をファイバ用紫外線ランプ10により硬化させる。以上のように同時に線引・紫外線硬化樹脂被覆した5心の楕円クラッド形光ファイバ素線はガイドローラー11及び口金12にて整列集

合せしめ、テーブ用加圧ダイス13にて紫外線硬化樹脂を被覆し、テーブ用紫外線ランプ14で硬化させ、巻取機15で巻取る。ただし、楕円クラッド形光ファイバ母材6を母材支持台7に取り付ける際、各楕円クラッド形光ファイバ母材の楕円クラッドの長軸方向と、楕円クラッド型光ファイバ母材を、母材支持台に並べて取り付ける配列方向とが一致するようにした。第3図に楕円クラッド形光ファイバ母材6の配列方向と、各楕円クラッド形光ファイバ母材6の短軸方向が直角になつて母材支持台7に取り付けられている状態を示す。第3図中6及び7は第2図と同じを意味し、1は楕円クラッド形光ファイバ母材、1'は楕円クラッド形光ファイバ母材のコア、2'は楕円クラッド形光ファイバ母材の楕円クラッド、3'は楕円クラッド形光ファイバ母材のクラッドである。

以上のようにして得られた本発明の楕円クラッド形偏波面保存光ファイバテーブ心線の場合、楕円クラッド形偏波面保存光ファイバを所定間

隔離して長手方向に並行するように平面状に並べた平面と、偏波面保存光ファイバテーブ心線に含まれる各楕円クラッド形光ファイバの楕円クラッドの短軸とのなす角が87度から90度の範囲にあつた為、側圧が印加されても各楕円クラッド形光ファイバの固有応力差が外力によつて生じる応力差によつて打ち消されることはないため、モード複屈折率Bが弱められ、モード結合が大きくなる等、偏波面保存光ファイバとしての特性が劣化することはない。

すなわち、本発明により上記のように作製した偏波面保存光ファイバテーブ心線に2.5kg/100mmの平板側圧を印加した場合には、モード複屈折率は5心全心が、 1.0×10^{-4} から 2.5×10^{-4} に回復しており、偏波面保存光ファイバとしての伝送特性が劣化することはない。

これに対し、クラッド短軸と平面の角度を常に45度と90度の範囲にあるようにせず、第6図の如く任意とし、それ以外の条件は上記

実施例と同様にして作成した従来の偏波面保存光ファイバテーブ心線(比較例)に、同様に2.5kg/100mmの平板側圧を印加した場合、モード複屈折率が 1.0×10^{-4} から約 1.5×10^{-4} に回復したファイバが5心中2心あつた一方、 $0.5 \times 10^{-4} \sim 0.8 \times 10^{-4}$ に劣化したファイバが5心中3心あつた。

以上の実施例・比較例から、本発明の有利なことは明白である。

[発明の効果]

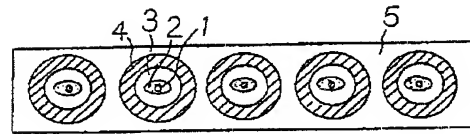
前述の如く、本発明の偏波面保存光ファイバテーブ心線は、側圧が印加されてもモード複屈折が弱められ、モード結合が大きくなる等、偏波面保存光ファイバとしての伝送特性が劣化することはない、優れたものである。

4. 図面の簡単な説明

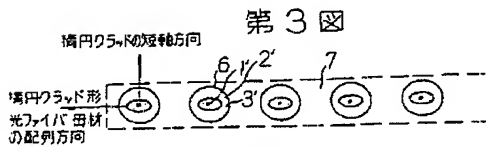
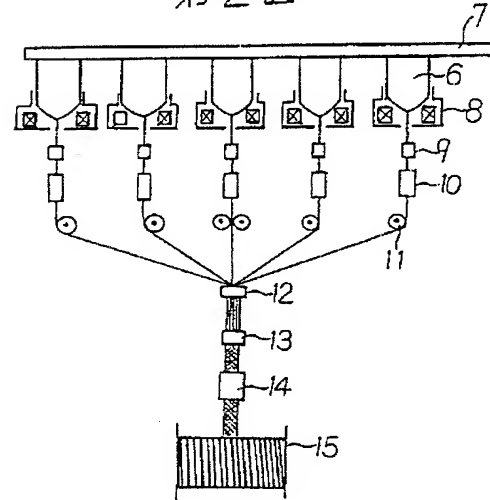
第1図は本発明の偏波面保存光ファイバテーブ心線の実施態様を示す断面図、第2図は本発明の偏波面保存光ファイバテーブ心線の製造工程の一例を説明する図、第3図は第2図の製造

工程における、楕円クラッド形光ファイバ母材の配列方向と楕円クラッドの短軸方向の関係を示す図、第 4 図は外力が加わった楕円クラッド形偏波面保存光ファイバの座標系を示す図、第 5 図は偏圧 F/L に対するモード複屈折率 B の変化を示すグラフ、第 6 図は従来の偏波面保存光ファイバテーブ心線の 1 例の断面図である。

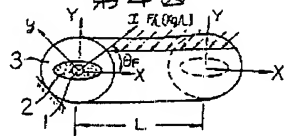
第 1 図



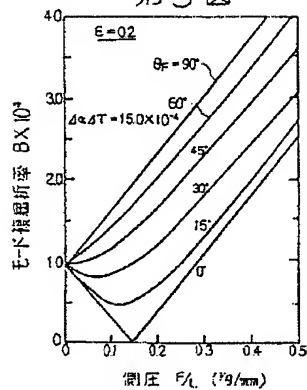
第 2 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

